

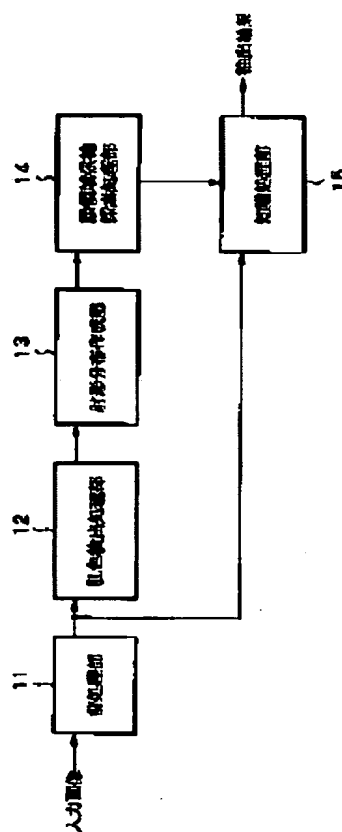
METHOD FOR PROCESSING IMAGE, AND METHOD FOR EXTRACTING FACIAL AREA AND DEVICE THEREFOR

Patent number: JP2000048184
Publication date: 2000-02-18
Inventor: HAGIWARA MASAFUMI; YOKOO HIRONORI; KATO MASAMI; SAKAKIBARA KEN; TADOKORO YOSHIHISA; KIMURA TOSHIHIRO
Applicant: CANON INC
Classification:
 - international: G06T1/00; A61B5/117; G01J3/50; G06T7/00
 - european:
Application number: JP19990049107 19990225
Priority number(s):

Abstract of JP2000048184

PROBLEM TO BE SOLVED: To exactly extract a facial area from a color still image regardless of the way of viewing such as point of view or distance.

SOLUTION: A skin color area is detected from a color still image by a skin color detection processing part 12, and the projective distribution of the detected skin color area is prepared by a projective distribution preparing part 13. A parabola is retrieved from the projective distribution by a genetic algorithm or the like, and a facial area candidate is extracted from the position of the retrieved parabola by a facial area retrieval processing part 14. With respect to the extracted facial area candidates, whether or not each candidate is a facial area is judged based on the aspect ratio of the area or the coincidence with a preliminarily prepared facial pattern, or the presence or absence of an area equivalent to a head hair by a knowledge processing part 15. A user can set a processing time, the number of persons, and a facial area ratio as the ending condition of the retrieval.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-48184

(P2000-48184A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/62	3 8 0
A 6 1 B 5/117		G 0 1 J 3/50	
G 0 1 J 3/50		A 6 1 B 5/10	3 2 0 B
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/70	3 1 0
			4 6 0 F

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平11-49107	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成11年2月25日 (1999.2.25)	(72) 発明者	萩原 将文 神奈川県相模原市相武台3-21-2
(31) 優先権主張番号	特願平10-150230	(72) 発明者	横尾 裕規 兵庫県揖保郡御津町刈屋221-1
(32) 優先日	平成10年5月29日 (1998.5.29)	(72) 発明者	加藤 政美 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳 (外2名)

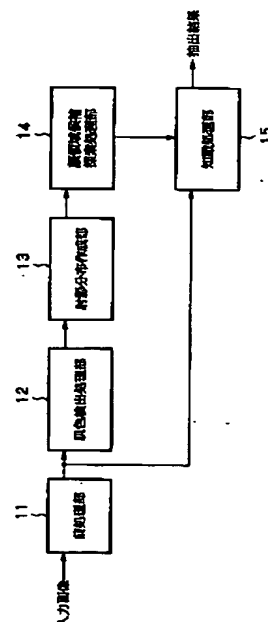
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法及び顔領域抽出方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 カラー静止画像から視点や距離などの見え方にかかわらず正確に顔領域を抽出する。

【解決手段】 カラー静止画像から、まず肌色検出処理部12により肌色領域を検出し、射影分布作成部13により検出された肌色領域の射影分布を作成する。顔領域探索処理部14により、その射影分布から、放物線を遺伝子アルゴリズム等で探索して探索された放物線の位置から顔領域候補を抽出する。知識処理部15では、抽出された顔領域候補に対して、各候補が顔領域かどうかを、領域の縦横比や、予め用意した顔のパターンとの一致や、頭髮に相当する領域の有無に基づいて判断する。探索の終了条件として、利用者は、処理時間や人数、顔面積率を設定できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 カラー画像から人物の顔領域を抽出する顔領域抽出方法であって、肌色領域を検出する検出工程と、

検出された肌色領域の射影分布を作成する作成工程と、作成された射影分布から放物線を探索する探索工程と、探索された放物線の位置から顔領域候補を抽出する抽出工程と、

抽出された顔領域候補に対して、知識処理により顔領域かどうかの判断を行う判断工程とを有することを特徴とする顔領域抽出方法。

【請求項2】 前記検出工程においては、色相成分と色差成分とを利用することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項3】 前記探索工程においては、遺伝的アルゴリズムにより放物線を探索することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項4】 前記抽出工程においては、片軸方向のみの射影分布から得られた放物線を利用することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項5】 前記抽出工程においては、両軸方向の射影分布から得られた2つの放物線を利用することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項6】 前記判断工程においては、顔領域候補の縦横比を利用することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項7】 前記判断工程においては、ニューラルネットワークを利用することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項8】 前記ニューラルネットワークには、複数の方向の顔データを教師画像として予め学習させておくことを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項9】 前記判断工程においては、顔領域候補中の頭髮領域の有無を判定に利用することを特徴とする請求項1に記載の顔領域抽出方法。

【請求項10】 カラー画像から人物の顔領域を抽出する顔領域抽出装置であって、肌色領域を検出する検出手段と、

当該肌色領域の射影分布を作成する作成手段と、

当該射影分布から放物線を探索する探索手段と、

当該放物線の位置から顔領域候補を抽出する抽出手段と、

当該顔領域候補に対して知識処理により顔領域かどうかの判断を行う判断手段とを有することを特徴とする顔領域抽出装置。

【請求項11】 前記検出手段は色相成分と色差成分とを利用することを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項12】 前記探索手段は遺伝的アルゴリズムによることを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装

置。

【請求項13】 前記抽出手段は片軸方向のみの射影分布から得られた放物線を利用することを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項14】 前記抽出手段は両軸方向の射影分布から得られた2つの放物線を利用することを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項15】 前記判断手段は顔領域候補の縦横比を利用することを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項16】 前記判断手段はニューラルネットワークを利用することを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項17】 前記ニューラルネットワークには、複数の方向の顔データを教師画像として予め学習させることを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項18】 前記判断手段は顔領域候補中の頭髮領域の有無を判定に利用することを特徴とする請求項10に記載の顔領域抽出装置。

【請求項19】 コンピュータを、

肌色領域を検出する手段と、

当該肌色領域の射影分布を作成する作成手段と、

当該射影分布から放物線を探索する探索手段と、

当該放物線の位置から顔領域候補を抽出する抽出手段と、

当該顔領域候補に対して知識処理により顔領域かどうかの判断を行う判断手段として機能させるためのプログラムを格納することを特徴とする記憶媒体。

【請求項20】 カラー画像から特定のオブジェクトを抽出する画像処理方法であって、

カラー画像から前記特定のオブジェクトを示す特定色領域を検出する検出工程と、

検出された特定領域に対して遺伝的アルゴリズムを用いたパターン認識処理を行う認識工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項21】 前記検出工程は、検出された前記特定色領域をX軸方向及びY軸方向について解析して、前記特定のオブジェクトを示す特定の形を有する領域を検出する工程をさらに含み、

前記認識工程は、検出された特定のオブジェクトを示す特定の形を有する領域に対して、前記遺伝的アルゴリズムを用いたパターン認識処理を行うことを特徴とする請求項20に記載の画像処理方法。

【請求項22】 抽出するオブジェクトの数を判断する工程をさらに有し、

予め指示する数のオブジェクトが検出された場合、抽出処理を終了することを特徴とする請求項20に記載の画像処理方法。

【請求項23】 抽出処理時間を判断する工程をさらに有し、

予め指示する時間に達した場合、抽出処理を終了することを特徴とする請求項20または22に記載の画像処理方法。

【請求項24】 検出されたオブジェクトの総面積と探索対象画像面積との比率を算出する抽出領域算出工程をさらに有し、

抽出領域率が予め指示する値を超えた場合、抽出処理を終了することを特徴とする請求項20または22または23に記載の画像処理方法。

【請求項25】 前記認識素工程は、遺伝子操作により得られた新しい遺伝子が既にオブジェクトが抽出された領域内を表現する場合、当該遺伝子を、淘汰された遺伝子の中で最も適応度の高い遺伝子と入れ替える工程を含むことを特徴とする請求項20に記載の画像処理方法。

【請求項26】 カラー画像から人物の顔領域を抽出する画像処理方法であって、

カラー画像から所定色のオブジェクトにより形成される、X軸及びY軸それぞれに対する略放物線状の境界を検出し、

検出結果から、楕円領域を検出して、検出された楕円領域を顔領域とすることを特徴とする画像処理方法。

【請求項27】 前記略放物線状の境界の検出は、放物線のパラメータの少なくとも一部を変化させつつ、最も適応するパラメータを前記オブジェクトの境界とすることで行うことを特徴とする請求項26に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー画像からの特定のオブジェクトの認識に関する。

【0002】

【従来の技術】2次元画像から人間の顔領域を抽出するための主な手掛かりとして、動き、色、形の3つの情報が考えられ、これらの情報に基づいた手法がいくつか提案されている。

【0003】動きを利用した顔領域抽出法として、Turkらは、顔画像にKL展開を行って得た固有ベクトルから「顔空間」を定義し抽出する手法を提案している(Matthew A. Turk and Alex P. Pentland: "Face Recognition Using Eigenfaces", Proc. IEEE Computer Soc. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 586-591, 1991)。しかし、この手法は背景を顔領域として含んでいるだけでなく対象人数も少ない。また、木村らは肌色情報と背景との差分情報を利用した手法を提案している(木村、加藤、井口: "肌色情報を用いた顔画像追跡", 信学技報, HIP96-12, pp. 65-70, 1996)。安定で高速な抽出が行われているが、Turkらの手法を含めこれらの手法は動画データを前提とした手法であり、静止画像からの抽出には利用できない。

【0004】静止画において、色情報を利用した手法と

して、Daiらは濃淡画像のテクスチャ情報を表現する指標として導入されたSGLD行列によって、顔パターンであるかその他のテクスチャであるかを分類し、顔領域を抽出する手法を提案している(Y. Dai and Y. Nakano: "Face-texture model based on SGLD and its application in face detection in a color scene", Pattern Recognition, vol. 29, no. 6, pp. 1007-1017, 1996)。しかし、この手法は正面向きの顔にしか対応しておらず計算量も多い。また、呉らは、Farnsworthの均等知覚色空間における肌および髪の色分布モデルに基づき顔らしき領域を抽出し、ファジィパターンマッチングにより、顔領域を抽出する方法を提案している(呉、陳、谷内田: "ファジィパターン照合を用いた色彩画像からの顔検出システム", 信学論D-11, Vol. J80, no. 7, pp. 1774-1785, 1997)。顔がもつ色情報は複雑な背景から顔領域を高速に抽出する上で第一の手がかりとなるが、それだけでは背景の色彩成分による影響が大きく高精度な抽出が実現できない。

【0005】形状情報を利用した手法として、萩原らは顔の輪郭を楕円で探索する手法を提案している(横尾、萩原: "遺伝的アルゴリズムを用いた自然画像からの複数顔領域抽出": 電学論I-7, 9, pp. 1245-1252, 1997)。この手法では複数の顔領域の検出が可能であるが、楕円のパラメータは5つもあり、探索に時間がかかってしまう。また、形状情報として濃淡パターンそのものに着目した手法がある。原らは遺伝的アルゴリズムにより顔のテンプレートのマッチングを行う手法を提案している(原、長尾: "GAを用いた画像中の任意方向の顔領域の抽出", 信学技報, HCS97-12, pp. 37-44, 1997)。しかし、この手法は背景による影響が大きく、背景が複雑な場合には検出が困難である。さらに、顔の濃淡パターンをニューラルネットワークで探索する手法が、YANGら(Guangzheng Yang and Thomas S. Hung: "Human Face Detection in a complex Background", Pattern Recognition, vol. 27, pp. 53-63, 1994)。Juelら(P. Juel and R. Marsh: "A hierarchical neural network for human face detection", Pattern Recognition, vol. 29, no. 6, pp. 1017-1027, 1996)、伊藤ら(伊藤、山内、石井: "人工神経回路の注意領域抽出法に基づく画像からの顔の切り出し", 信学技法 NC96-200, pp. 347-354, 1997-03)、Linら(S. H. Lin and S. Y. Kung: "Face recognition/detection by probabilistic decision-based neural network", IEEE Trans. Neural Networks, vol. 8, no. 1, pp. 114-132, 1997)によって提案されている。しかしながら、これらの形状情報による抽出法は、正確な位置決めが可能ではあるが、煩雑な計算を要するため検出に時間がかかる問題があった。

【0006】本発明は、上記従来例の問題点を鑑み、カラー画像から高速に精度よく人物の顔領域を抽出する方法および装置を提供することを目的とする。

【0007】また、カラー画像から高速に特定のオブジェクトを抽出する画像処理方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成から成る。すなわち、カラー画像から人物の顔領域を抽出する顔領域抽出方法であって、肌色領域を検出する検出工程と、検出された肌色領域の射影分布を作成する作成工程と、作成された射影分布から放物線を探索する探索工程と、探索された放物線の位置から顔領域候補を抽出する抽出工程と、抽出された顔領域候補に対して、知識処理により顔領域かどうかの判断を行う判断工程とを有する。

【0009】また望ましくは、前記検出工程においては、色相成分と色差成分とを利用する。

【0010】また望ましくは、前記探索工程においては、遺伝的アルゴリズムにより放物線を探索する。

【0011】また望ましくは、前記抽出工程においては、片軸方向のみの射影分布から得られた放物線を利用する。

【0012】また望ましくは、前記抽出工程においては、両軸方向の射影分布から得られた2つの放物線を利用する。

【0013】また望ましくは、前記判断工程においては、顔領域候補の縦横比を利用する。

【0014】また望ましくは、前記判断工程においては、ニューラルネットワークを利用する。

【0015】また望ましくは、前記ニューラルネットワークには、複数の方向の顔データを教師画像として予め学習させておく。

【0016】また望ましくは、前記判断工程においては、顔領域候補中の頭髮領域の有無を判定に利用する。

【0017】あるいは、カラー画像から特定のオブジェクトを抽出する画像処理方法であって、カラー画像から前記特定のオブジェクトを示す特定色領域を検出する検出工程と、検出された特定領域に対して遺伝的アルゴリズムを用いたパターン認識処理を行う認識工程とを有する。

【0018】また望ましくは、前記検出工程は、検出された前記特定色領域をX軸方向及びY軸方向について解析して、前記特定のオブジェクトを示す特定の形を有する領域を検出する工程をさらに含み、前記認識工程は、検出された特定のオブジェクトを示す特定の形を有する領域に対して、前記遺伝的アルゴリズムを用いたパターン認識処理を行う。

【0019】また望ましくは、抽出するオブジェクトの数を判断する工程をさらに有し、予め指示する数のオブジェクトが検出された場合、抽出処理を終了する。

【0020】また望ましくは、抽出処理時間を判断する工程をさらに有し、予め指示する時間に達した場合、抽

出処理を終了する。

【0021】また望ましくは、検出されたオブジェクトの総面積と探索対象画像面積との比率を算出する抽出領域算出工程をさらに有し、抽出領域率が予め指示する値を超えた場合、抽出処理を終了する。

【0022】また望ましくは、前記認識工程は、遺伝子操作により得られた新しい遺伝子が既にオブジェクトが抽出された領域内を表現する場合、当該遺伝子を、淘汰された遺伝子の中で最も適応度の高い遺伝子と入れ替える。

【0023】あるいは、カラー画像から人物の顔領域を抽出する画像処理方法であって、カラー画像から所定色のオブジェクトにより形成される、X軸及びY軸それぞれに対する略放物線状の境界を検出し、検出結果から、楕円領域を検出して、検出された楕円領域を顔領域とする。

【0024】また望ましくは、前記略放物線状の境界の検出は、放物線のパラメータの少なくとも一部を変化させつつ、最も適応するパラメータを前記オブジェクトの境界とすることで行う。

【0025】

【発明の実施の形態】〔第1の実施の形態〕以下、添付図面を参照して本発明に関する第1の実施の形態を説明する。図1は本発明に関する処理の基本構成を示すブロック図である。図において、前処理部11は、顔領域抽出処理のための画素数削減、輝度調整、ノイズ除去などの前処理を行う。肌色検出処理部12は、前処理された画像データから肌色画素を検出し、更に検出結果に対してノイズ除去を行う。射影分布作成部13は、肌色画素検出結果から肌色画素の射影分布を求める。顔領域候補探索処理部14は、射影分布作成部13で得られた射影分布の形状を基に顔領域の特徴となる肌色塊領域の探索を行う。ここでは、遺伝的アルゴリズムによる放物線探索としきい値処理により顔領域候補の検出を行う。知識処理部15は、顔領域候補探索処理部14による探索結果から得られた領域が顔領域であるかの判断を、ニューラルネットワーク等により予め決定した知識に基づいて判断を行う。

【0026】次に本実施形態の主要な処理部の詳細な動作について説明する。図2は前処理部11の構成を示すものである。画素数削減処理部21は、処理全体の高速化のために、画像データの間引き処理を行う。図3は間引き処理の例を示すものであり、3×3画素ブロックの中心画素値を当該ブロックの画素値とする。ここでの処理により、主走査、副走査の画素数を共に1/3に削減する。

【0027】輝度調整処理部22は、光源の影響を除去するために輝度値の補正処理を行う。まず次式により、一つの画素について赤色成分 r 、緑色成分 g 、青色成分 b から輝度 Y に変換する。

【0028】

$$Y = 0.3r + 0.59g + 0.11b \quad (1)$$

Y：輝度成分、r：赤色成分、g：緑色成分、b：青色成分

次に入力画像全体の平均輝度Y_{AVE}を求める。

【0029】

【数1】

$$Y_{AVE} = \frac{\sum_{i=0}^{WIDTH-1} \sum_{j=0}^{HEIGHT-1} Y(i,j)}{WIDTH \times HEIGHT} \quad (2)$$

$$R = K \cdot r / Y_{AVE}, G = K \cdot g / Y_{AVE}, B = K \cdot b / Y_{AVE} \quad (3)$$

R：輝度調整後の赤色成分、G：輝度調整後の緑色成分
B：輝度調整後の青色成分、K：輝度調整定数
ここで、Kは画像の撮影場所によって決まる定数である。平均輝度が小さい場合には大きく、平均輝度が大きい場合にはその逆に設定する。

【0032】r g b各データに対し上記(3)式で示す演算により輝度補正処理を行う。

【0033】図4は肌色検出処理部12の構成を示す図である。肌色は、HSV基底の色相HおよびYIQ基底の色差Iに特定の分布を持つ事が知られている。本実施例ではHとIを用いて画像中の肌色画素を抜き出す。色変換処理部41は、RGBからHへの変換及び、RGBからIへの変換処理を行う。Hは式(4)により演算される。ここでは255階調に正規化されているものとする。

$$I = \left\{ \frac{(0.6R - 0.28G - 0.32B)}{0.6} + 255 \right\} / 2 \quad (5)$$

【0037】上記数式(4)(5)により求められたH及びIから閾値処理部42で予め決められた範囲にある

$$\text{肌色条件: } (H_L < H(i,j) < H_H) \ \& \ (I_L < I(i,j) < I_H) \quad (51)$$

H_L、I_L：H、Iの下限

H_H、I_H：H、Iの上限

H(i,j)、I(i,j)：注目画素(i,j)のH、I値
ノイズ除去処理部43は、閾値処理部42で判定された判定結果に対して、膨張処理及び収縮処理を用いてノイズ除去処理を行う。図5に膨張・収縮処理とその例を示す。ここでは、肌色検出処理部12で検出された肌色画素の値を255、それ以外の画素値を0とする。なお、図5においては、画素値が255である肌色画素は黒画素で表わし、画素値が0であるその他の画素は白画素として表わしている。

【0038】図6は射影分布作成部13の構成を示す図である。射影分布処理部61では、肌色検出部12で得

$$F_i = (2f_i + f_{i+1} + f_{i+2} + f_{i+3} + f_{i+4}) \times 100 / 6 \quad (7)$$

【0042】f_j：x軸、位置iにおける肌色画素数

F_j：x軸、位置iにおける肌色画素率

次に、射影分布作成部13で得られた射影分布から、遺

【0030】Y_{AVE}：画像の平均輝度、WIDTH：画像の幅、HEIGHT：画像の高さ、Y(i,j)：座標(i,j)の輝度

平均輝度の調整は、次式を用いて行う。

【0031】

る。

【0034】

【数2】

$$H = \left(\frac{180H}{\pi} + 60 \right) \times \frac{255}{360}$$

$$h = \begin{cases} \frac{3}{\pi} \cdot \frac{B-R}{\max(R,G,B) - \min(R,G,B)} & : G = \max(R,G,B) \text{ の場合} \\ \frac{3}{\pi} \cdot \left(2 + \frac{R-G}{\max(R,G,B) - \min(R,G,B)} \right) & : B = \max(R,G,B) \text{ の場合} \\ \frac{3}{\pi} \cdot \left(4 + \frac{G-B}{\max(R,G,B) - \min(R,G,B)} \right) & : R = \max(R,G,B) \text{ の場合} \end{cases} \quad (4)$$

【0035】また、RGBからIへの変換は式(5)により求められる。こちらもH同様、255階調に正規化されているものとする。

【0036】

【数3】

画素位置を肌色画素として判定する。(51式参照)

られた肌色画素のy軸方向集計を式(6)に従って算出する。

【0039】図7は、肌色画素のy軸方向集計結果の例を示すものである。顔領域部分の射影分布の頂点は放物線の形状を示す。続いて、平滑化処理部62で式(7)に示す平滑化を行って肌色画素率を求める事により、次のステップで放物線の探索を容易にする。

【0040】

【数4】

$$f_i = \sum_{j=i}^{HEIGHT-1} (I(i,j)) / (HEIGHT \times 255) \quad (6)$$

【0041】

【数5】

伝的アルゴリズムと閾値処理により肌色画素の塊を探索する。図8は顔領域候補探索処理部の構成を示す図である。まずは、射影分布作成部13の結果から放物線を探

索する事で、目的とする顔領域のx軸方向の位置と幅を検出する。放物線は、傾きa、頂点(b, c)のパラメ

$$P = \{P_1(x_1, y_1), P_2(x_2, y_2), \dots, P_n(x_n, y_n)\} \quad (8)$$

と定義する。

【0043】射影分布作成部13で得られたグラフが2値画像で、頂点が黒、それ以外が白で描かれているとする。式(8)で表される点列Pの、各点の座標が黒画素である個数をnwとする。その時の点列Pで表される放物線と2値画像内に描かれているグラフとのマッチング率Rを次式で定義する。

$$R = nw / n \quad (9)$$

2値画像で放物線のマッチングを行う場合、例えば図9に示すように、わずかにずれただけでも重なり合う部分が非常に少なくなる場合が多い。このように、マッチング率が鋭いピークを持ち、探索空間における評価値の分布の不連続性が著しい場合、探索点がどの程度最適値に近いのか知ることが非常に困難になる。

【0045】そこでぼかし処理部81で入力画像である

$$P_k = \{P_{1k}(x_{1k}, y_{1k}), \dots, P_{nk}(x_{nk}, y_{nk})\} \quad (11)$$

で表されるn個の点列 P_k を構成する時、その放物線のマッチング率Matchは、次式により求められる、

【0047】

【数6】

$$Match = \frac{\sum_{j=1}^L f(x_{jk}, y_{jk})}{L \times n} \quad (12)$$

ここでの $f(x_{jk}, y_{jk})$ は、座標 (x_{jk}, y_{jk}) におけるぼかし処理後の画像の階調値であり、0からLまでの整数値をとる。全ての点が輪郭画像中の放物線と重なると、マッチング率Match(=[0, 1])は1となる。

【0048】放物線探索処理部82では遺伝的アルゴリズムにより放物線を探索する。各個体は、前項で定義した傾きa、頂点(b, c)の3つのパラメータによって表現される。個体の解釈を図11に示す。放物線の傾きを3ビット、頂点のx座標、y座標をそれぞれ7ビット、6ビットで表す。また、適応度としては、前項で定義したMatchを直接用いることができる。ここに示す染色体構造を用いて、評価関数Matchが最大となる放物線を遺伝的アルゴリズムにより探索する。

【0049】ここで、遺伝的アルゴリズムにより放物線

$$F_i = F_j - F_{cut} : F_{cut} \text{ 肌色画素削減率} \quad (13)$$

このようにして台座成分を図12(B)のように取り除き、再度グラフから放物線を探索する。

【0051】次にx軸方向集計処理部83では、図13に示すように、放物線探索処理部82で見つけた放物線とx軸との交点left, rightをそれぞれ肌色領域の塊の左右とする、そして、その間(図13斜線部)において式(14)に基づき肌色画素数を今度はx軸方向に集計

一タを用いて表現できる。これらのパラメータによって表現される放物線の点列を

ヒストグラムにぼかし処理を施すことにより、2値画像を多値画像に変換する。これにより、マッチング率の分布は滑らかになり、ある程度、放物線が輪郭画像とずれていても高いマッチング率を持つことができる。ぼかし処理は、黒を1、白を0とした2値画像を、黒画素の階調値をL(正の整数)として、その周辺を順次1階調ずつ下げて多値画像(L+1階調画像)に変換する。図10にぼかし処理の例を示す。ぼかし投階数をL=3とすると、中央の黒画素階調値は3となり、順次、8連結隣接点の白画素を2とし、同様にして、更にその8連結隣接点の白画素を1としてぼかすことにより、2値画像を4(=3+1)階調画像に変換している。

【0046】上記のぼかし処理により、3つのパラメータで表現された放物線が、

を探索する処理はおおむね次のようにして行われる。すなわち、まず初めにランダムに用意した幾通りかの染色体(すなわちパラメータa, b, c)を用いて評価関数Matchを評価する。さらに、そのうち評価関数の値が比較的高かった染色体を幾つに残し、それらの間でいずれかの析を交換(交叉)したり、あるいはランダムに選ばれた析を反転(突然変異)したりといった操作を行って新たな染色体を生成する。そのようにして作成された染色体を用いて、再び評価関数を評価する。この染色体の生成と評価とを繰返し、例えば評価関数の値が所定のしきい値を越えたなら放物線の探索は成功したものとする。そして、そのときの染色体を、探索された放物線のパラメータと決定する。遺伝的アルゴリズムでは、このようにして放物線を探索する。

【0050】放物線を発見できなかった場合、その原因として背景や服装が肌色として検出されている事が考えられる、そのような場合、背景や服装の影響は、図12(A)に示すように、放物線が平らな台座に乗っているような状態になる場合が多い。そこで、この台座成分を取り除くために、式(13)に示すように、y軸方向集計からその高さの分だけ肌色画素率を削除する、

し、y軸方向集計の場合と同様に平滑化を図る。

【0052】

【数7】

$$F_i = \sum_{j=1}^n \{f(i, j) / 255\} \quad (14)$$

$$F_i = (2f_1 + f_{1+1} + f_{1+2} + f_{1+3} + f_{1+4}) \times 100 / 6$$

【0053】 f_j : y軸、位置jにおける肌色画素数

F_j : y 軸、位置 j における肌色画素率

L : 塊の左の座標

R : 塊の右の座標

判定処理部84では、図14(A)に示すように、x 軸方向の集計表において閾値を設定し、その閾値を越えている領域があればその交点をそれぞれ肌色領域の塊の上下とし、無ければ閾値を下げて再度交点を探す。塊の上下からそれぞれ矢線のように上と下に領域を広げていき、T1以下になった所を塊の上下と定める。

【0054】上下の幅の画像の高さに対する割合が予め決定されている値(例えば6分の1)より大きい時は次の操作に移り、そうでない場合は顔領域とは判断せず次の塊を探索する。

【0055】塊の上下が決まったところで、図14(B)に示すように、再度当該範囲内でy 軸集計をとり、肌色画素率がT2以上の領域を塊の左右と推定することで微調整を行う。

【0056】図15は知識処理部15の構成を示す図である。ここでは、顔領域候補単探索処理部14で検出された領域が顔であるかどうかの最終判断を行う。比率判定処理部151では、検出された肌色領域の幅と高さとの比率が予め設定した範囲内でない場合は、その肌色領域は顔でないと判断する。ニューラルネット判定処理部152では、検出された肌色領域に対して、予め顔領域を学習させておいたニューラルネットワークを適用し、判断を行う。正面を向いた顔を学習させたネットワーク、右を向いた顔を学習させたもの、左を向いた顔を学習させたものの3つを用いて、3方向の顔に対応する。すなわち、抽出された肌色領域が学習させたいいずれかのパターンを有している場合には、その領域は顔領域であると判断する。また、判定補正処理部153では、検出された肌色領域の上部において、ある大きさの領域に、頭髮に相当する黒色部が閾値以上あるかどうか調べる。ある場合には肌色領域は顔領域であると判断し、階層型ニューラルネットワークでの検出結果を補正する。すなわち、ニューラルネット判定処理部152により顔領域であると判断されなかった領域であっても顔領域と判定する。

【0057】以上の処理を、所定の人数が検出されるか、あるいは、放物線が探索されなくなるまで繰り返すことで、カラー静止画像から複数人の顔領域(位置、幅、高さ)を抽出することができる。

【0058】図16は本実施形態による主要な処理をソフトウェアにより実現する場合の構成例を示す図である。画像入力部161は、CCDカメラ等により撮像された画像データの取り込みと画像補正処理等をハードウェアにより処理するものである。プロセッサ162は、本発明に係る顔領域抽出の主要な処理を司るプロセッサであり、例えばマルチメディア信号処理用に特化されたメディアプロセッサやDSP(Digital Signal Processo

r)等により各種の信号処理を行うものである。RAM(Random Access Memory)163は、プロセッサ162の動作に必要な作業メモリ及び処理すべき画像データの各種バッファメモリとして使用される。RAM163は、例えばSDRAM(Synchronous DRAM)等の高速大容量のメモリにより実現されるものである。164はROM(Read Only Memory)であり、プロセッサ162の動作に必要な命令プログラムを格納するためのものである。記録装置165は、画像入力装置により得られた画像データや顔領域抽出結果を蓄積する。記録装置165は、例えばハードディスクと入出力に必用なインターフェース装置により構成されるものである。図17は、図16の構成において、プロセッサ162により実行される顔領域抽出のための処理手順のフローチャートである。

【0059】図16および図17を用いて本実施形態における各領域認識処理の動作について説明する。画像入力装置161により得られデジタル画像データはステップS100でRAM163に格納される。当該画像データに対してプロセッサ162により顔領域の抽出処理を行う。ステップS101でRAM163上の画像データの画素数削減処理を行う。ステップS102でRAM上163画像データから平均輝度を算出し、輝度調整を行う。

【0060】輝度調整された画像データに対し、ステップS103で色変換処理を行い、HおよびI成分の画像データを作成しRAM163上に格納する。ステップS104ではHおよびI成分を閾値処理することで肌色領域を示すビットマップを作成し、RAM163に格納する。ステップS105では当該肌色領域ビットマップに対して膨張・収縮処理を行う事で、小領域のノイズ成分を除去する。ノイズ除去された肌色ビットマップは再びRAM163に格納される。

【0061】ステップS106では、肌色領域ビットマップから、y 軸方向に射影分布の作成を行う。生成された射影分布はステップS107で平滑化される。ステップS108では平滑化された射影分布に対してぼかし処理を行い、多値化する。多値化された射影分布画像マップに対して、ステップS109で、前述した遺伝的アルゴリズムにより放物線の探索を行う。探索の結果放物線が検出されない場合(ステップS110)、顔領域が存在しないとして終了する。放物線が検出された場合(ステップS110)、探索された放物線から顔領域のx 方向の位置及び幅が得られる。

【0062】次に、ステップS111で、RAM163に格納された肌色領域ビットマップからx 軸方向に対する射影分布をステップS109で検出された範囲内についてのみ算出する。ステップS112では、得られたx 軸方向の部分射影分布から顔領域となる肌色領域のy 方向の位置と範囲を、閾値処理により算出する。ステップS112では更に、得られたy 軸、x 軸の範囲内で更にy

軸方向への射影分布をとり最終的な肌色塊の位置を調整する。

【0063】次にステップS112で得られた顔領域の範囲に対して、ステップS113で領域の幅と高さの比率を求め、明らかに顔領域ではないと判定された場合（ステップS114）、当該領域を顔以外と判定し放物線の再探索を行う。ステップS115ではニューラルネットにより予め学習された教師データを用いて当該領域が顔領域であるかの判定を行う。顔領域と判定された場合（ステップS116）、ステップS118で当該領域に関する位置と大きさを記録装置165に格納する。顔領域以外と判定された場合にはステップS117で判定結果を補正する。すなわち、ステップS117で当該領域の上部の画像を調べ、黒色部が所定の割合より多い場合、顔領域であると判定する。ステップS117でも顔領域と判定されなかった場合、更に放物線の再探索から開始する。以上の処理を予め決めた最大検出人数が検出されるまで繰り返す（ステップS119）。

【0064】なお、プロセッサが図17の処理を実行する場合に、その処理が図1の各ブロックを実現することになる。その場合、図1の肌色検出部12は少なくとも図17のステップS104を含む処理により、図1の射影分布作成部13は少なくとも図17のステップS106及びステップS111を含む処理により、図1の顔領域候補探索処理部14は少なくともステップS109～S110及びステップS112～ステップS117を含む処理により実現される。

【0065】以上の処理により、カラー静止画像から予め指示した人数以内の顔領域の抽出を高速安定に行う事ができる。この方法によれば、動画像のフレーム間情報を利用する事なく、カラー静止画像から、視点や距離などの見え方にかかわらず正確な顔領域の位置決めを高速に実現できる。

【0066】また、顔領域の候補領域の探索に、パラメータ数が2の放物線を用いるために、候補領域の探索を高速に行うことができる。さらに、候補領域をしぼり込んでからパターン認識を行うために、パターンに認識を行うべき領域がしぼり込まれ、迅速な処理が可能となっている。

【0067】なお、上記実施形態では、肌色検出手法に色差と色相を用いた場合について説明したが、他の色空間の情報を利用しても良い。更に、肌色領域は簡単な閾値処理により判定を行ったが、さらに複雑な手法で判定することも可能である。

【0068】また、上記実施形態では、y軸集計による射影分布により放物線を検出したが、画像の縦横比などによってはx軸集計による射影分布から放物線を探索しても良い。また、上記実施形態では、高速化のために片軸方向の射影分布から顔領域の候補を抽出したが、より正確な候補抽出のために、両軸の射影分布から探索され

た2つの放物線の位置から抽出してもよい。図18に2軸の射影分布を利用した場合の放物線探索例を示す。

【0069】また、知識処理は実施例に説明した場合に限るだけでなく、他の条件を加えても良い。

【0070】また、本実施形態では静止画像に対する場合について説明したが、連続する動画像に応用することも可能である。

【0071】また、本実施形態ではカラー画像から人物の顔領域を認識する方法を説明したが、他のオブジェクト領域を認識する方法に上記方法を適用しても構わない。その場合には、肌色検出処理部で用いた検出条件をオブジェクトの特徴を表わす特定色に応じた検出条件に変更し、顔領域候補探索処理部14で用いた検出条件（放物線）をオブジェクトの特徴を表す形状に応じた検出条件に変更することにより、上記方法の各種条件をオブジェクトの特徴に応じて最適化すればよい。

【0072】〔第2の実施の形態〕図19は本発明に関する第2の実施形態における、画像から顔領域を認識するための手順を示すフローチャートである。図19は、図16に示すハードウェア上で動作するソフトウェアの動作を示すものである。なお、第1の実施形態における図17と同一のステップについては説明を省略する。

【0073】ステップS201～S208は図17に示すステップS101～S108と同一である。したがってステップS208までの処理により、肌色領域ビットマップからy軸方向の射影分布が作成される。

【0074】ステップS209では、作成した射影分布から遺伝的アルゴリズムにより放物線の探索を行うための遺伝子操作を行う。なお遺伝子としては、第1の実施形態と同じく放物線のパラメータである、傾きa及び頂点座標（b、c）を用いる。ここでは、1世代前の遺伝子群と各々の適応度から、淘汰・交叉・突然変異により新しい遺伝子群を生成する。ただし、前述のように、1世代前の遺伝子群と各々の適応度から、淘汰・交叉・突然変異により生成された遺伝子の表現する放物線の位置が、既に顔が抽出された領域に該当する場合、当該遺伝子を廃却し、淘汰された遺伝子の中から最も適応度の高い遺伝子を当該遺伝子の代わりに現世代の遺伝子として処理を進める。なお、適応度とは、第1の実施形態で説明したマッチング率のことである。また、交叉及び突然変異は第1の実施形態で説明した通りの操作であるが、淘汰とは、適応度が低い遺伝子を取り除く操作を表す。1世代前の遺伝子が存在していない場合には、互いに異なる放物線のパラメータの組みを、初期の遺伝子として用意する。

【0075】ステップS210は適応度算出処理部であり、ステップS209で操作された遺伝子遺伝子の表現する放物線と画像とのマッチング率を適応度として算出する。ステップS211では遺伝子の適応度が予め決められた値以上である場合、放物線が検出されたと判定す

る。放物線が検出されなかった場合、ステップS209に戻り、ステップS209からの処理を放物線が検出されるまで繰り返す。ここで、ステップS212では処理に要した時間を計測し、予め指示したしきい値T1以上である場合処理を終了する。処理時間の計測は処理ルーブカウンタのカウント値やプロセッサ162の有するタイマカウンタの割り込みなどにより判定する。

【0076】放物線が検出された場合、探索された放物線から顔領域のx方向の位置及び幅が得られる。次にステップS213で、RAM163に格納された肌色領域ビットマップから、x軸方向に対する射影分布を、ステップS211で検出された放物線から得られたx方向の範囲内についてのみ算出する。ステップS214では、得られたx軸方向の部分射影分布から顔領域となる肌色領域のy方向の位置と範囲を、閾値処理により算出する。ステップS214では更に、得られたy軸、x軸の範囲内で更にy軸方向への射影分布を取り、最終的な肌色塊の位置を調整する。

【0077】次にステップS214で得られた顔領域の範囲に対して、ステップS215で領域の幅と高さの比率を求め、ステップS216でその比率を判定する。明らかに顔領域ではないと判定された場合、当該領域を顔ではないと判定し、放物線の再探索を行う。

【0078】ステップS217ではニューラルネットワークにより予め学習された教師データを用いて当該領域が顔領域であるかの判定を行う。ステップS218でその結果を判定し、顔領域と判定された場合、ステップS220で当該領域に関する位置と大きさおよび検出数を記録装置165に格納する。顔領域以外と判定された場合、ステップS219で当該領域の上部の画像を調べ、黒色部が所定の割合より多い場合、顔領域であると判定する。ステップS219でも顔領域と判定されなかった場合、更に放物線の再探索から開始する。

【0079】顔領域の抽出結果を記録した場合、ステップS221で予め設定した検出人数T2との比較を行い、検出人数以上の領域が検出された場合、処理を終了する。

【0080】検出された顔領域の数が検出人数T2に達しない場合、ステップS222で、処理対象である画像の面積と既に検出されたすべての顔領域の合計値との比率を算出し、顔領域の比率が設定値を超えた場合、処理を終了する。図20は検出状況を示す図であり、顔領域Aの面積をSa、顔領域Bの面積をSbとした場合、顔領域比rは以下の式で現される。

【0081】 $r = (S_a + S_b) / (x \times y)$
顔領域比rがしきい値T3を超えた場合、処理を終了する。

【0082】なお、通常、終了のための判定条件となるしきい値T1、T2、T3はステップS201の実行開始前に予め設定されているものとする。各設定値はR0

M164等に予め記憶した固定値を利用しても良いが、図示しない表示装置とマウスなどの指示装置を利用してグラフィカルユーザインターフェースにより設定することで利便性が向上する。図21はグラフィカルユーザインターフェースにより設定する場合の画面例である。図21において、利用者は、スライダ211を、設定したい最大検出人数の位置にポインティングデバイス等で移動する。スライダ211の位置により最大検出人数T2が設定される。また、利用者は、スライダ212を、設定したい最大検出時間の位置にポインティングデバイス等で移動する。スライダ212の位置により最大検出時間T1が設定される。また、利用者は、スライダ213を、設定したい最大検出領域割合の位置にポインティングデバイス等で移動する。スライダ213の位置により最大検出領域割合T3が設定される。

【0083】上記インターフェースの操作に従い設定された各しきい値T1、T2、T3はRAM163に保持される。図19のステップS212、S221及びS222では、このようにして設定され、保持されているしきい値が参照される。

【0084】以上、本実施形態における顔領域抽出処理により、複数の顔領域を抽出する場合、検出人数・処理時間・顔領域率に従って処理を終了させることで、無駄な探索処理を回避し、処理を高速化することができる。また遺伝的アルゴリズムにより探索の際に、既に抽出された領域を示す遺伝子を予め取り除くことで、処理を高速化することが可能になる。

【0085】また、処理を終了させるためのしきい値を、グラフィカルユーザインターフェースによって予め利用者に設定させることで、顔領域を探索する対象画像に適した終了条件の設定を可能とし、無駄な探索を行わずに、探索を終了させることができる。

【0086】また、終了条件として、処理時間、検出人数、顔領域率の3種の値を設定することができるために、例えば人数や顔領域率の予測はできないが処理時間の上限だけは設けたい場合や、人数だけはわかっている場合等、特定の条件を満足するまで探索を行わせることができ、確実に処理を収束させることができる。

【0087】なお、第1及び第2の実施形態において、図17のステップS104及び図19のステップS204における閾値を、検出しようとする肌の色に応じて変えることで、多様な肌の色を検出することができる。また、ステップS117及びステップS219で判定される髪の色についても、黒に限らず様々な髪の色について検出することで、様々な髪の色について顔領域を対応できる。

【0088】

【他の実施形態】なお、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダ、プリンタなど）から構成されるシステムに適用しても、一

つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置など）に適用してもよい。

【0089】また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても達成される。

【0090】この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【0091】プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROMなどを用いることができる。

【0092】また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0093】さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0094】

【発明の効果】以上説明したように、パラメータの少ない放物線を探索して候補領域を抽出するため、探索を迅速に行うことができ、顔領域の抽出時間が短縮される。また、領域の色と射影分布だけで候補を探索し、候補領域に対して顔領域の判断を行うため、顔領域の候補をしぼり込むことができ、顔領域の抽出を迅速に行うことができる。

【0095】さらに、カラー画像から特定のオブジェクトを検出する際、検出するオブジェクトの候補を領域の色によりしぼり込み、候補に対してパターン認識を行うために、迅速なオブジェクトの認識が可能となる。

【0096】さらに、顔領域を検出する際に、X軸方向及びY軸方向について放物線の領域を抽出してから、その領域から顔領域と考えられる楕円領域を検出するため、検出対象の候補をしぼり込むことができ、迅速な顔領域の検出が可能となる。また、後方を抽出する際には、放物線という比較的単純な図形により抽出するため、候補の抽出も迅速に行える。

【0097】また、処理を終了させるためのしきい値を予め利用者に設定させることで、探索される対象画像に適した終了条件の設定を可能とし、無駄な探索を行わずに、探索を終了させることができる。

【0098】また、終了条件として、複数の条件を設定することができるために、特定の条件を満足するまで探索を行わせることができ、確実に処理を収束させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の基本処理構成を示す図である。

【図2】前処理部の構成を示す図である。

【図3】画素数削減を説明する図である。

【図4】肌色検出処理部の構成を示す図である。

【図5】膨張収縮処理を説明する図である。

【図6】射影分布作成部の構成を示す図である。

【図7】肌色画素のy軸集計を説明する図である。

【図8】顔領域候補探索処理部の構成を示す図である。

【図9】放物線のマッチングを説明する図である。

【図10】多値化の様子を説明する図である。

【図11】個体の解釈を説明する図である。

【図12】探索領域の調整を説明する図である。

【図13】x軸方向集計を説明する図である。

【図14】閾値処理による上下の探索及び塊の左右調整を説明する図である。

【図15】知識処理部の構成を示す図である。

【図16】本発明をソフトウェアで実現する場合の装置構成を示す図である。

【図17】本発明をソフトウェアで実現する場合のフローチャートを示す図である。

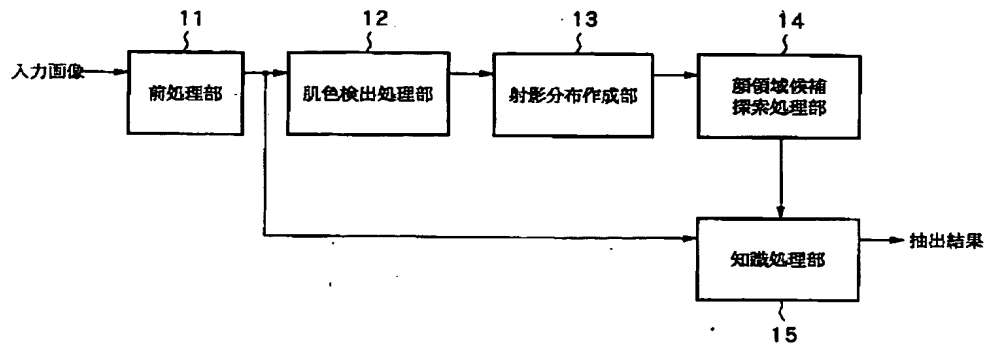
【図18】他の実施例を説明する図である。

【図19】他の実施例の動作を説明する図である。

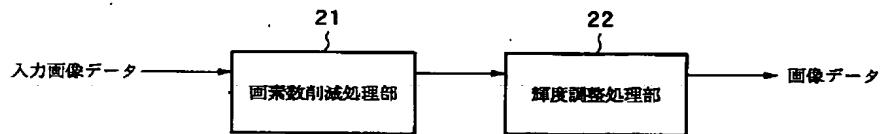
【図20】探索対象画像に対する顔領域率を説明する図である。

【図21】顔領域探索終了指示のための画面例を示す図である。

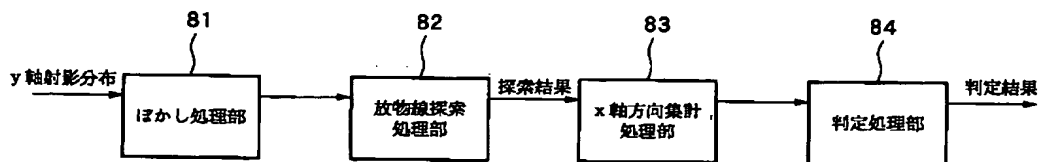
【図1】



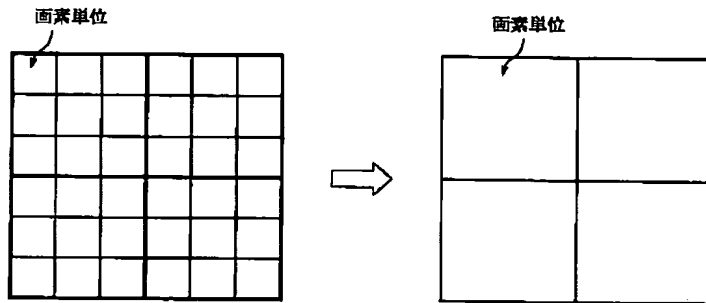
【図2】



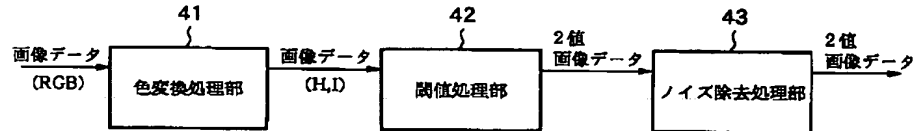
【図8】



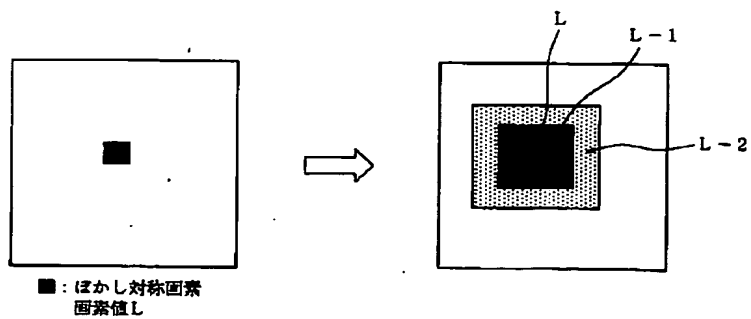
【図3】



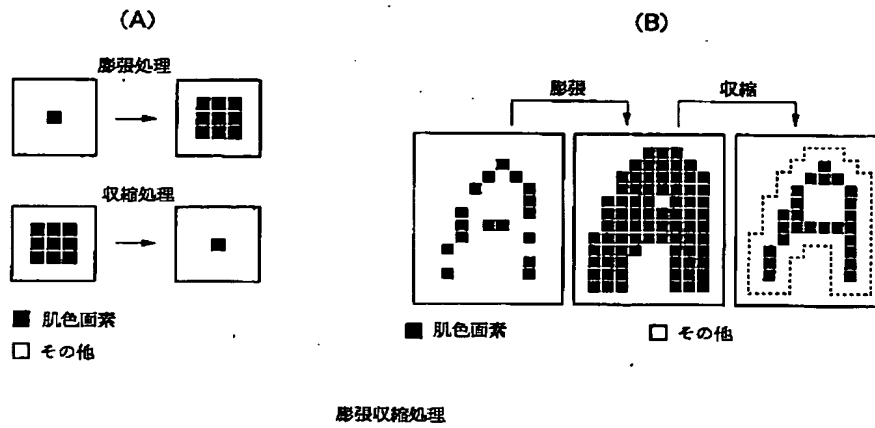
【図4】



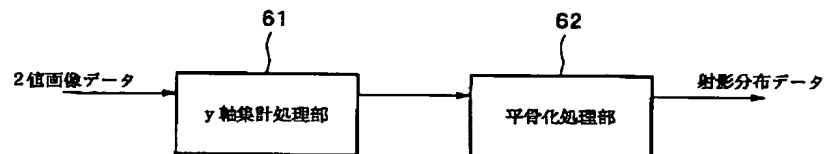
【図10】



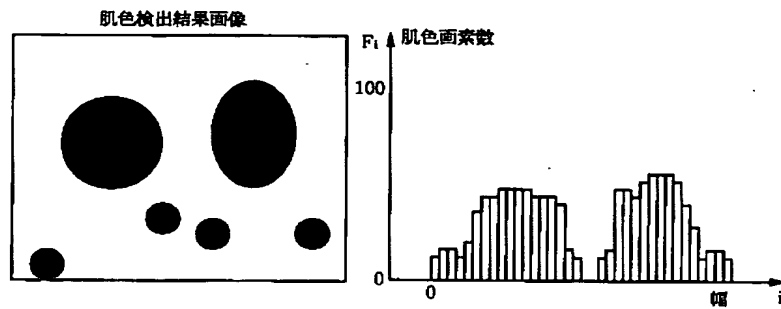
【図5】



【図6】

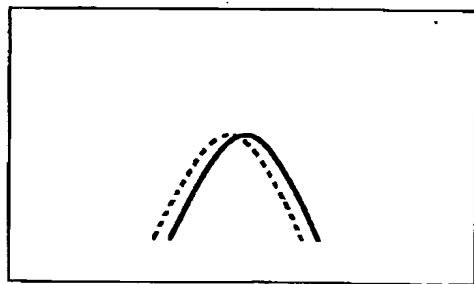


【図7】



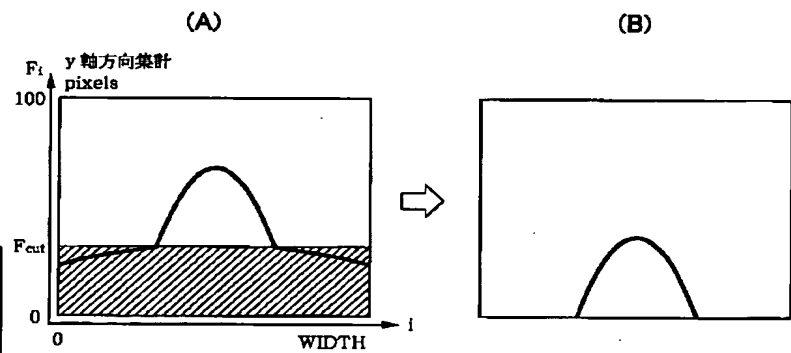
肌色画素のy軸方向集計

【図9】



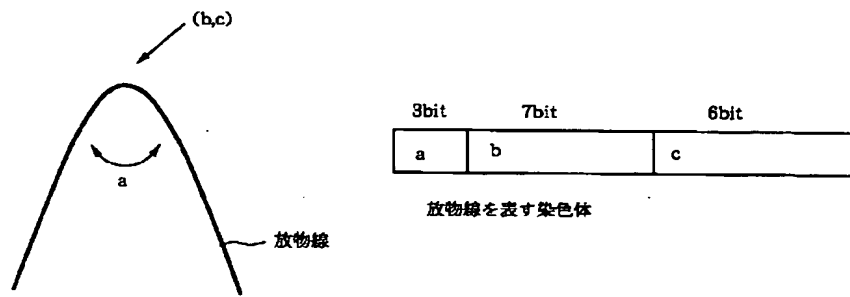
点列：探索対象頂点
実線：放物線

【図12】

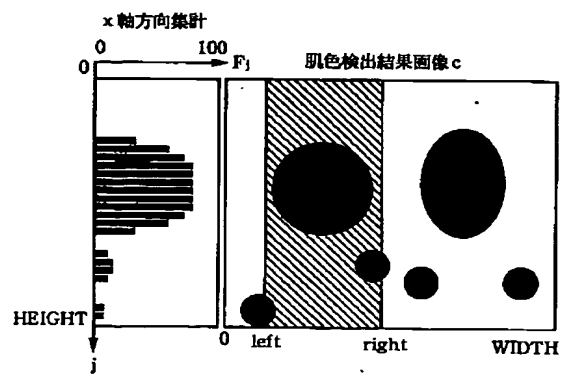


閾値処理による上下の探索

【図11】

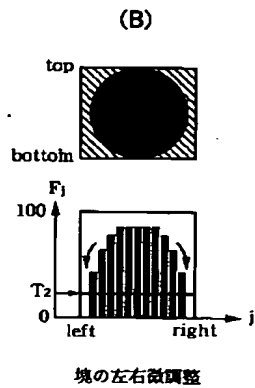
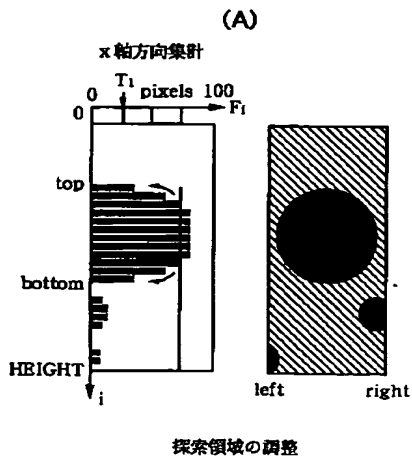


【図13】

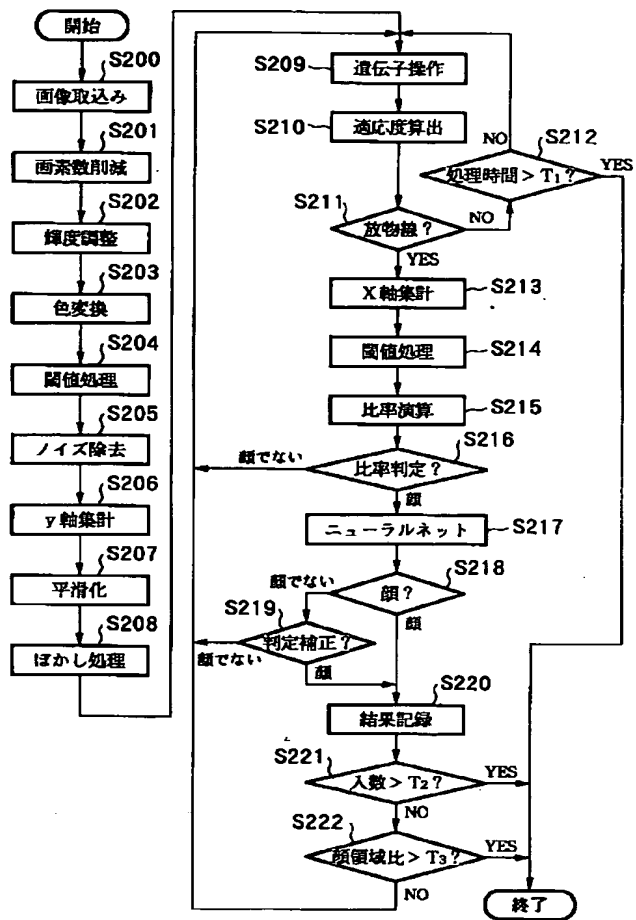


肌色領域のx軸方向集計

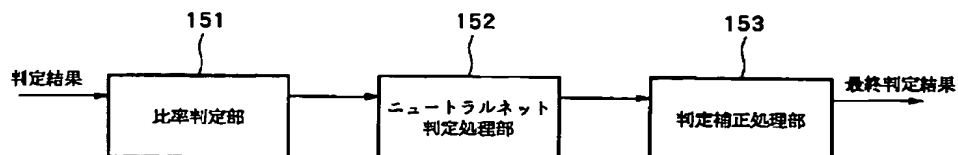
【図14】



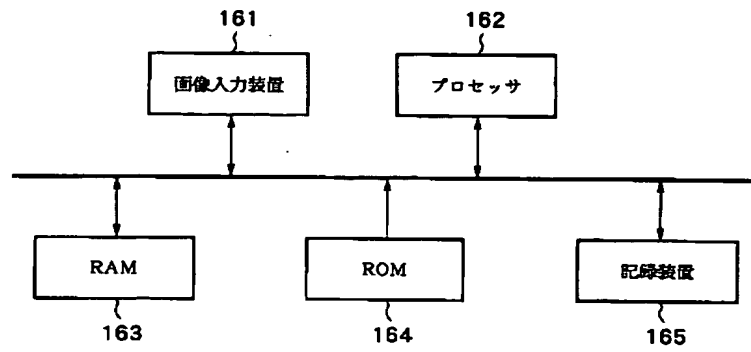
【図19】



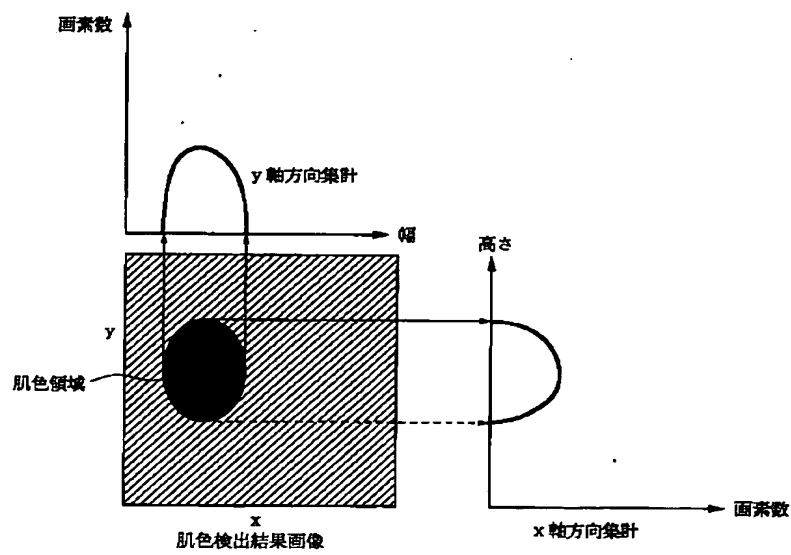
【図15】



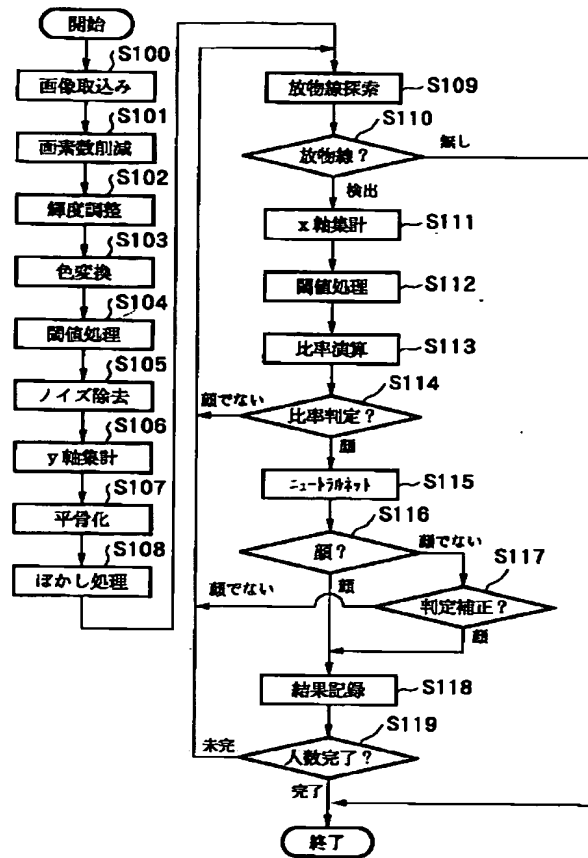
【図16】



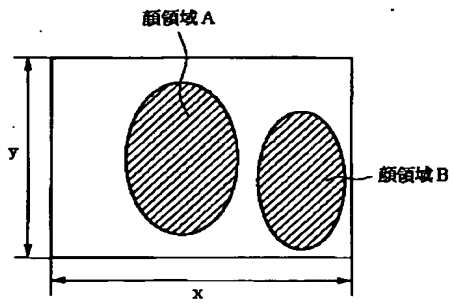
【図18】



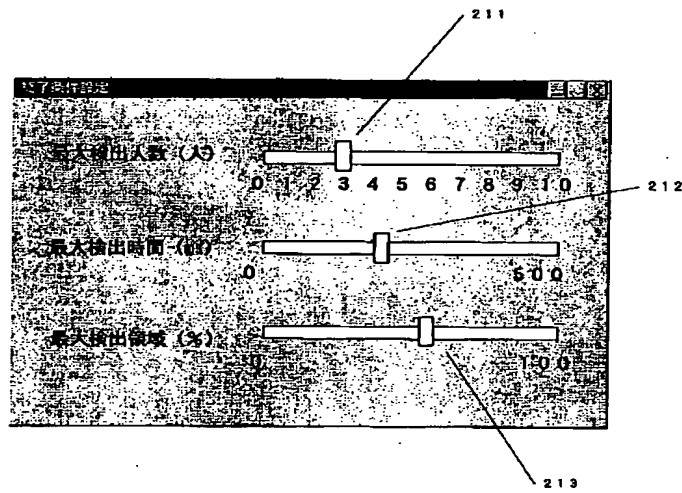
【図17】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
		G 0 6 F 15/70	4 6 5 A
(72) 発明者 榊原 憲		(72) 発明者 田處 善久	
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ		東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ	
ノン株式会社内		ノン株式会社内	
		(72) 発明者 木村 敏弘	
		東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ	
		ノン株式会社内	